

# SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

Patent number: JP2002033961

Publication date: 2002-01-31

Inventor: NAKAMURA SATOYUKI

Applicant: MINOLTA CO LTD

Classification:

- international: H04N5/335; H01L27/146; H01L27/14; H04N5/14; H04N9/04; H04N9/07; H04N9/64; H04N9/69; H04N9/73

- european:

Application number: JP20000218634 20000719

Priority number(s):

Also published as:

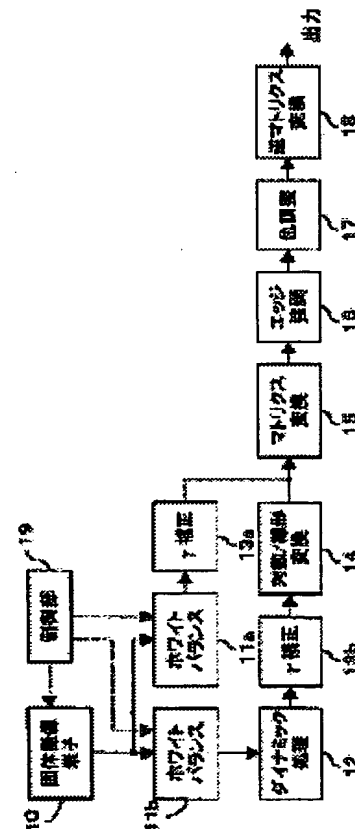
US2002021121 (A)

Report a data error h

## Abstract of JP2002033961

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a solid-state image pickup device for performing prescribed signal treatment on a first signal, that is linearly converted to the quantity of incidence light and a second signal that is converted in terms of natural logarithm, and then performing processing with a common circuit.

**SOLUTION:** When an electrical signal that is converted linearly into the quantity of incidence light is outputted from the solid-state image pickup device 10, white balance adjustment and  $\gamma$ -correction are executed through a white balance circuit 11a and a  $\gamma$ -correction circuit 13a, before being sent to a matrix conversion circuit 15. Also, when a logarithmically converted electrical signal to the quantity of incidence light is outputted by the solid-state image pickup device 10, white balance adjustment and  $\gamma$ -correction are made through a dynamic processing circuit 12 and a  $\gamma$ -correction circuit 13b, before being sent to a matrix conversion circuit 15 through a logarithm/linear conversion circuit 14.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-33961

(P2002-33961A)

(43)公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 4 N 5/335		H 0 4 N 5/335	E 4 M 1 1 8
H 0 1 L 27/146		5/14	P 5 C 0 2 1
27/14		9/04	Z 5 C 0 2 4
H 0 4 N 5/14		9/07	B 5 C 0 6 5
			D 5 C 0 6 6

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-218634(P2000-218634)

(22)出願日 平成12年7月19日(2000.7.19)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 中村 里之

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫 (外1名)

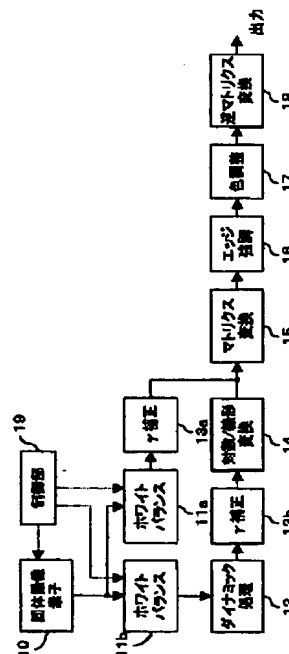
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体撮像装置

(57)【要約】

【課題】本発明は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを、それぞれ所定の信号処理を施した後、共通の回路で処理することができる固体撮像装置を提供する。

【解決手段】固体撮像素子10より、入射光量に対して線形変換された電気信号が出力されるとき、ホワイトバランス回路11a及びγ補正回路13aを通じてホワイトバランス調整及びγ補正が施されてマトリクス変換回路15に送出される。又、固体撮像素子10より、入射光量に対して対数変換された電気信号が出力されるとき、ホワイトバランス回路11b、ダイナミック処理回路12及びγ補正回路13bを通じてホワイトバランス調整及びγ補正が施され、対数／線形変換回路14を経てマトリクス変換回路15に送出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第 1 信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第 2 信号とを出力可能であり、前記固体撮像装置より前記第 1 信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第 1 信号処理回路と、前記固体撮像装置より前記第 2 信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第 2 信号処理回路と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第 1 信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第 2 信号とを出力可能であり、前記固体撮像装置より前記第 1 信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第 1 信号処理回路と、前記固体撮像装置より前記第 2 信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第 2 信号処理回路と、前記第 2 信号処理回路から出力される信号を、入射光量に対して線形的に比例した信号に変換する対数／線形変換回路と、前記第 1 信号処理回路からの信号及び前記対数／線形変換回路からの信号が入力される第 3 信号処理回路と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】 前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第 1 信号及び前記第 2 信号がそれぞれ複数種類の色信号で構成されるとともに、前記第 1 信号処理回路が前記第 1 信号のホワイトバランス調整を行うとともに、前記第 2 信号処理回路が前記第 2 信号のホワイトバランス調整を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記第 1 信号処理回路が前記第 1 信号の $\gamma$ 補正を行うとともに、前記第 2 信号処理回路が前記第 2 信号の $\gamma$ 補正を行うことを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記第 2 信号処理回路において、前記第 2 信号のダイナミックレンジを調整することを特徴とする請求項 2 ～請求項 4 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第 1 信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第 2 信号とを出力可能であり、前記第 2 信号を、入射光量に対して線形的に比例した信

号に変換する対数／線形変換回路と、

前記第 1 信号及び前記対数／線形変換回路からの信号が入力される信号処理回路と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 7】 前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第 1 信号及び前記第 2 信号がそれぞれ複数種類の色信号で構成されるとともに、

前記信号処理回路が入力される信号のホワイトバランス調整を行うことを特徴とする請求項 6 に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】 前記信号処理回路が入力される信号の $\gamma$ 補正を行うことを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】 入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第 1 信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第 2 信号とを出力可能であり、

前記固体撮像装置より前記第 2 信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第 1 信号処理回路と、前記第 1 信号を、入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換する線形／対数変換回路と、前記第 1 信号処理回路からの信号及び前記線形／対数変換回路からの信号が入力される第 2 信号処理回路と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 10】 前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第 1 信号及び前記第 2 信号がそれぞれ複数種類の色信号で構成されるとともに、

前記第 2 信号処理回路が入力される信号のホワイトバランス調整を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の固体撮像装置。

【請求項 11】 前記第 2 信号処理回路が入力される信号の $\gamma$ 補正を行うことを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の固体撮像装置。

【請求項 12】 前記第 1 信号処理回路において、前記第 2 信号のダイナミックレンジを調整することを特徴とする請求項 9 ～請求項 11 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 13】 入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第 1 信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第 2 信号とを出力可能であり、

前記第 1 信号を、入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換する線形／対数変換回路と、前記第 2 信号及び前記線形／対数変換回路からの信号が入力される信号処理回路と、

を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項14】 入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であり、

前記固体撮像装置より前記第1信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第1信号処理回路と、前記固体撮像装置より前記第2信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第2信号処理回路と、前記第1信号処理回路から出力される信号を、入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換する線形／対数変換回路と、

前記第2信号処理回路からの信号及び前記線形／対数変換回路からの信号が入力される第3信号処理回路と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項15】 前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第1信号及び前記第2信号がそれぞれ複数種類の色信号で構成されるとともに、

前記第1信号処理回路が前記第1信号のホワイトバランス調整を行うとともに、

前記第2信号処理回路が前記第2信号のホワイトバランス調整を行うことを特徴とする請求項14に記載の固体撮像装置。

【請求項16】 前記第1信号処理回路が前記第1信号の $\gamma$ 補正を行うとともに、

前記第2信号処理回路が前記第2信号の $\gamma$ 補正を行うことを特徴とする請求項14又は請求項15に記載の固体撮像装置。

【請求項17】 前記第2信号処理回路において、前記第2信号のダイナミックレンジを調整することを特徴とする請求項14～請求項16のいずれかに記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入射光量に対して線形的に変換した電気信号を出力する第1状態と入射光量に対して自然対数的に変換した電気信号を出力する第2状態との間で切換可能な固体撮像素子を有する固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より使用されている固体撮像素子には、光電変換素子で発生した光電荷を読み出す手段によってCCD型とMOS型に大きく分けられる。CCD型は光電荷をポテンシャルの井戸に蓄積しつつ、転送するようになっており、又、MOS型はフォトダイオードのpn接合容量に蓄積した電荷をMOSトランジスタを通して読み出すようになっている。しかしながら、このような従来の固体撮像素子は、発生した光電荷の電荷量に比例した出力が出力されるため、ダイナミックレンジが

狭いという欠点がある。

【0003】一方、本出願人は、ダイナミックレンジを広くするために、入射した光量に応じた光電流を発生しうる感光手段と、光電流を入力するMOSトランジスタと、このMOSトランジスタをサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段とが備えられることによって、入射光量に対して自然対数的に変換された電気信号を出力することができる固体撮像素子を提案した（特開平3-192764号公報参照）。このような固体撮像装置は、広いダイナミックレンジを有しているものの、低輝度の場合の特性やS/N比などが十分でないという問題があった。

【0004】そこで、更に、本出願人は、入射した光量に応じた光電流を発生しうる感光手段と、光電流を入力するMOSトランジスタと、を有するとともに、MOSトランジスタにかかるバイアス電圧を切り換えることによって、光電流に対して線形的に変換された出力を出力する第1状態と、光電流に対して自然対数的に変換された出力を出力する第2状態と、切り換えることができる固体撮像素子の検討を行っている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、現在、上述したような固体撮像素子からの出力の $\gamma$ 補正、マトリクス変換、エッジ強調、又は色調整などを行う後続の信号処理回路は、主に、入射光に対して線形的に変換された出力を処理するものである。しかしながら、線形的に変換された出力と自然対数的に変換された出力とを切り換えて出力する固体撮像素子に対しては、それぞれの状態に応じたものとする必要がある。そのため、このような固体撮像素子の出力を扱う後続の信号処理回路には、線形的に変換された出力を扱うものと自然対数的に変換された出力を扱うものの2種類の信号処理回路を準備する必要がある。よって、信号処理回路の回路規模が大きくなる。

【0006】このような問題を鑑みて、本発明は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを、それぞれ所定の信号処理を施した後、共通の回路で処理することができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であり、前記固体撮像装置より前記第1信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第1信号処理回路と、前記固体撮像装置より前記第2信号が入力されるとともに、所定の信号処理を行う第2信号処理回路と、を有することを特徴と

する。

【0008】このような固体撮像装置において、前記固体撮像素子より第1信号が出力されたとき、例えば、ホワイトバランス調整や $\gamma$ 補正などの所定の信号処理が第1信号処理回路で施される。又、前記固体撮像素子より第2信号が出力されたとき、例えば、ホワイトバランス調整や $\gamma$ 補正などの所定の信号処理が第2信号処理回路で施される。

【0009】このとき、例えば、第1及び第2信号処理回路において、第1信号及び第2信号にそれぞれホワイトバランス調整が施されるとき、第1信号処理回路では第1信号を構成する各色信号に任意の値を乗算することによってホワイトバランス調整を施し、又、第2信号処理回路では第2信号を構成する各色信号に任意のオフセットレベルを加算することによってホワイトバランス調整を施す。又、例えば、第1及び第2信号処理回路において、第1信号及び第2信号にそれぞれ $\gamma$ 補正が施されるとき、第1信号処理回路では第1信号を $\gamma$ 乗することによって $\gamma$ 補正を施し、又、第2信号処理回路では第2信号に $\gamma$ を乗算することによって $\gamma$ 補正を施す。

【0010】請求項2に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であり、前記固体撮像装置より前記第1信号が入力されるとき、所定の信号処理を行う第1信号処理回路と、前記固体撮像装置より前記第2信号が入力されるとき、所定の信号処理を行う第2信号処理回路と、前記第2信号処理回路から出力される信号を、入射光量に対して線形的に比例した信号に変換する対数／線形変換回路と、前記第1信号処理回路からの信号及び前記対数／線形変換回路からの信号が入力される第3信号処理回路と、を有することを特徴とする。

【0011】このような固体撮像装置において、請求項3に記載するように、前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第1信号及び前記第2信号がそれぞれ複数種類の色信号で構成されるとき、前記第1信号処理回路が前記第1信号のホワイトバランス調整を行うとともに、前記第2信号処理回路が前記第2信号のホワイトバランス調整を行うようにしても構わない。

【0012】このとき、第1信号処理回路では第1信号を構成する各色信号に任意の値を乗算することによってホワイトバランス調整を施し、又、第2信号処理回路では第2信号を構成する各色信号に任意のオフセットレベルを加算することによってホワイトバランス調整を施す。

【0013】又、請求項4に記載するように、前記第1信号処理回路が前記第1信号の $\gamma$ 補正を行うとともに、

前記第2信号処理回路が前記第2信号の $\gamma$ 補正を行うようにしても構わない。

【0014】このとき、第1信号処理回路では第1信号を $\gamma$ 乗することによって $\gamma$ 補正を施し、又、第2信号処理回路では第2信号に $\gamma$ を乗算することによって $\gamma$ 補正を施す。

【0015】更に、請求項5に記載するように、前記第2信号処理回路において、前記第2信号のダイナミックレンジを調整するようにしても構わない。

10 【0016】請求項6に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であり、前記第2信号を、入射光量に対して線形的に比例した信号に変換する対数／線形変換回路と、前記第1信号及び前記対数／線形変換回路からの信号が入力される信号処理回路と、を有することを特徴とする。

20 【0017】このような固体撮像装置において、請求項7に記載するように、前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第1信号及び前記第2信号がそれぞれ複数種類の色信号で構成されるとき、前記信号処理回路が入力される信号のホワイトバランス調整を行うようにしても構わない。

【0018】このとき、信号処理回路では、入力される信号レベルが入射光に対して線形的に比例した信号を構成する各色信号に任意の値を乗算することによってホワイトバランス調整を施す。

30 【0019】又、請求項8に記載するように、前記信号処理回路が入力される信号の $\gamma$ 補正を行うようにしても構わない。このとき、信号処理回路では、入力される信号レベルが入射光に対して線形的に比例した信号を $\gamma$ 乗することによって $\gamma$ 補正を施す。

40 【0020】請求項9に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であり、前記固体撮像装置より前記第2信号が入力されるとき、所定の信号処理を行う第1信号処理回路と、前記第1信号を、入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換する線形／対数変換回路と、前記第1信号処理回路からの信号及び前記線形／対数変換回路からの信号が入力される第2信号処理回路と、を有することを特徴とする。

50 【0021】このような固体撮像装置において、請求項10に記載するように、前記固体撮像素子に複数種類の色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力される前記第1信号及び前記第2信号がそれぞれ複数種類の

色信号で構成されるとともに、前記第2信号処理回路が  
入力される信号のホワイトバランス調整を行うようにし  
ても構わない。

【0022】このとき、第2信号処理回路では、入力さ  
れる信号レベルが入射光に対して自然対数的に比例した  
信号を構成する各色信号に任意のオフセットレベルを加  
算することによってホワイトバランス調整を施す。

【0023】又、請求項11に記載するように、前記第  
2信号処理回路が入力される信号の $\gamma$ 補正を行うように  
しても構わない。このとき、第2信号処理回路では、入  
力される信号レベルが入射光に対して自然対数的に比例  
した信号に $\gamma$ を乗算することによって $\gamma$ 補正を施す。

【0024】更に、請求項12に記載するように、前記  
第1信号処理回路において、前記第2信号のダイナミッ  
クレンジを調整するようにしても構わない。

【0025】請求項13に記載の固体撮像装置は、入射  
光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する  
固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量  
に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対し  
て自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であ  
り、前記第1信号を、入射光量に対して自然対数的に比  
例した信号に変換する線形／対数変換回路と、前記第2  
信号及び前記線形／対数変換回路からの信号が入力され  
る信号処理回路と、を有することを特徴とする。

【0026】請求項14に記載の固体撮像装置は、入射  
光量に応じた電気信号を出力する固体撮像素子を有する  
固体撮像装置において、前記固体撮像素子は、入射光量  
に対して線形的に変換された第1信号と入射光量に対し  
て自然対数的に変換された第2信号とを出力可能であ  
り、前記固体撮像装置より前記第1信号が入力されると  
ともに、所定の信号処理を行う第1信号処理回路と、前  
記固体撮像装置より前記第2信号が入力されるととも  
に、所定の信号処理を行う第2信号処理回路と、前記第  
1信号処理回路から出力される信号を、入射光量に対し  
て自然対数的に比例した信号に変換する線形／対数変換  
回路と、前記第2信号処理回路からの信号及び前記線形  
／対数変換回路からの信号が入力される第3信号処理回  
路と、を有することを特徴とする。

【0027】このような固体撮像装置において、請求項  
15に記載するように、前記固体撮像素子に複数種類の  
色フィルタが設けられ、前記固体撮像装置から出力され  
る前記第1信号及び前記第2信号がそれぞれ複数種類の  
色信号で構成されるとともに、前記第1信号処理回路が  
前記第1信号のホワイトバランス調整を行うとともに、  
前記第2信号処理回路が前記第2信号のホワイトバラン  
ス調整を行うようにしても構わない。

【0028】このとき、第1信号処理回路では第1信号  
を構成する各色信号に任意の値を乗算することによって  
ホワイトバランス調整を施し、又、第2信号処理回路で  
は第2信号を構成する各色信号に任意のオフセットレベ

ルを加算することによってホワイトバランス調整を施  
す。

【0029】又、請求項16に記載するように、前記第  
1信号処理回路が前記第1信号の $\gamma$ 補正を行うととも  
に、前記第2信号処理回路が前記第2信号の $\gamma$ 補正を行  
うようにしても構わない。

【0030】このとき、第1信号処理回路では第1信号  
を $\gamma$ 乗することによって $\gamma$ 補正を施し、又、第2信号処  
理回路では第2信号に $\gamma$ を乗算することによって $\gamma$ 補正  
を施す。

【0031】更に、請求項17に記載するように、前記  
第2信号処理回路において、前記第2信号のダイナミッ  
クレンジを調整するようにしても構わない。

【0032】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について、以下  
に説明する。まず、最初に、以下に説明する各実施形態  
の固体撮像装置に設けられる固体撮像素子の一例につい  
て説明する。

【0033】＜固体撮像素子＞

1. 固体撮像素子の構成

図1は本発明の他の実施形態である二次元のMOS型固  
体撮像装置の一部の構成を概略的に示している。同図に  
おいて、G11~Gmnは行列配置（マトリクス配置）さ  
れた画素を示している。2は垂直走査回路であり、行  
（ライン）4-1、4-2、・・・、4-nを順次走査  
していく。3は水平走査回路であり、画素から出力信号  
線6-1、6-2、・・・、6-mに導出された光電変  
換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。5は電源  
ラインである。各画素に対し、上記ライン4-1、4-  
2・・・、4-nや出力信号線6-1、6-2・・・、  
6-m、電源ライン5だけでなく、他のライン（例え  
ば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続さ  
れるが、図1ではこれらについて省略する。

【0034】出力信号線6-1、6-2、・・・、6-  
mごとにNチャネルのMOSTランジスタQ1、Q2が  
図示の如く1組ずつ設けられている。出力信号線6-1  
を例にとって説明すると、MOSTランジスタQ1のゲ  
ートは直流電圧線7に接続され、ドレインは出力信号線  
6-1に接続され、ソースは直流電圧VPS'のライン8  
に接続されている。一方、MOSTランジスタQ2のド  
レインは出力信号線6-1に接続され、ソースは最終的  
な信号線9に接続され、ゲートは水平走査回路3に接続  
されている。

【0035】画素G11~Gmnには、後述するように、  
それらの画素で発生した光電荷に基づく信号を出力する  
NチャネルのMOSTランジスタT2が設けられてい  
る。MOSTランジスタT2と上記MOSTランジスタ  
Q1との接続関係は図2(a)のようになる。ここで、  
MOSTランジスタQ1のソースに接続される直流電圧  
VPS'と、MOSTランジスタT2のドレインに接続さ

れる直流電圧 $V_{PD}$ との関係は $V_{PD} > V_{PS}$ であり、直流電圧 $V_{PS}$ は例えばグラウンド電圧（接地）である。この回路構成は上段のMOSトランジスタ $T_2$ のゲートに信号が入力され、下段のMOSトランジスタ $Q_1$ のゲートには直流電圧 $DC$ が常時印加される。このため下段のMOSトランジスタ $Q_1$ は抵抗又は定電流源と等価であり、図2（a）の回路はソースフォロワ型の増幅回路となっている。この場合、MOSトランジスタ $T_2$ から増幅出力されるのは電流であると考えてよい。

【0036】MOSトランジスタ $Q_2$ は水平走査回路3によって制御され、スイッチ素子として動作する。尚、後述するように各画素内にはスイッチ用のNチャネルのMOSトランジスタ $T_3$ も設けられている。このMOSトランジスタ $T_3$ も含めて表わすと、図2（a）の回路は正確には図2（b）のようになる。即ち、MOSトランジスタ $T_3$ がMOSトランジスタ $Q_1$ とMOSトランジスタ $T_2$ との間に挿入されている。ここで、MOSトランジスタ $T_3$ は行の選択を行うものであり、トランジスタ $Q_2$ は列の選択を行うものである。

【0037】図2のように構成することにより信号のゲインを大きく出力することができる。従って、画素がダイナミックレンジ拡大のために感光素子から発生する光電流を自然対数的に変換しているような場合は、そのままでは出力信号が小さいが、本増幅回路により充分大きな信号に増幅されるため、後続の信号処理回路（図示せず）での処理が容易になる。

#### 【0038】2. 画素構成の第1例

図1に示した固体撮像素子の各画素に適用される第1例について、図面を参照して説明する。図3は、本実施形態に使用する固体撮像装置に設けられた画素の構成を示す回路図である。

【0039】図3において、pnフォトダイオードPDが感光部（光電変換部）を形成している。そのフォトダイオードPDのアノードはMOSトランジスタ $T_1$ のドレインとゲート、MOSトランジスタ $T_2$ のゲート、及びMOSトランジスタ $T_4$ のドレインに接続されている。MOSトランジスタ $T_2$ のソースは行選択用のMOSトランジスタ $T_3$ のドレインに接続されている。MOSトランジスタのソースは出力信号線6（この出力信号線6は図1の6-1、6-2、・・・、6-mに対応する）へ接続されている。尚、MOSトランジスタ $T_1 \sim T_4$ は、NチャネルのMOSトランジスタでバックゲートが接地されている。

【0040】又、フォトダイオードPDのカソードには直流電圧 $V_{PD}$ が印加されるようになっている。一方、MOSトランジスタ $T_1$ のソースには信号 $\phi V_{PS}$ が印加される。MOSトランジスタ $T_4$ のソースには直流電圧 $V_{RB}$ が印加されるとともに、そのゲートには信号 $\phi V_{RS}$ が入力される。MOSトランジスタ $T_2$ のドレインには直流電圧 $V_{PD}$ が入力される。又、MOSトランジスタ $T_3$

のゲートには信号 $\phi V$ が入力される。尚、本例において、信号 $\phi V_{PS}$ は、2値的に変化するものとし、MOSトランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ をサブスレッショルド領域で動作させるための電圧をローレベルとし、直流電圧 $V_{PD}$ と略等しい電圧をハイレベルとする。

【0041】本例において、信号 $\phi V_{PS}$ の電圧値を切り換えてMOSトランジスタ $T_1$ のバイアスを変えることにより、単一の画素において出力信号線6に導出される出力信号をフォトダイオードPDが入射光に応じて出力する電気信号（以下、「光電流」という。）に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下、これらの各場合について説明する。

【0042】（1） 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 $\phi V_{PS}$ をローレベルとし、MOSトランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について説明する。このとき、MOSトランジスタ $T_4$ のゲートには、ローレベルの信号 $\phi V_{RS}$ が与えられるので、MOSトランジスタ $T_4$ はOFFとなり、実質的に存在しないことと等価になる。

【0043】図3の回路において、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生し、MOSトランジスタのサブスレッショルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がMOSトランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ のゲートに発生する。よって、前記光電流に対して自然対数的に比例した値のドレイン電流がMOSトランジスタ $T_2$ を流れようとする。次に、MOSトランジスタ $T_3$ のゲートにパルス信号 $\phi V$ を与えて、MOSトランジスタ $T_3$ をONにすると、前記光電流に対して自然対数的に比例した値のドレイン電流が、MOSトランジスタ $T_3$ を通して出力信号線6に導出される。

【0044】このとき、MOSトランジスタ $T_2$ 及びMOSトランジスタ $Q_1$ （図2）の導通時抵抗とそれらを流れる電流によって決まるMOSトランジスタ $Q_1$ のドレイン電圧が、信号として出力信号線6に現れる。このようにして信号が読み出された後、MOSトランジスタ $T_3$ がOFFになる。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像を広いダイナミックレンジで連続的に撮像することができる。尚、このように入射光量に対してその出力電流を自然対数的に変換する場合、信号 $\phi V_{RS}$ は、常にローレベルのままである。

【0045】（2） 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 $\phi V_{PS}$ をハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、MOSトランジスタ $T_1$ は実質的にOFF状態となり、MOSトランジスタ $T_1$ のソース・ドレイン間に電流が流れない。又、MOSトランジ

スタT4のゲートに与える信号 $\phi$ VRSをローレベルに保ち、MOSTランジスタT4をOFFにする。

【0046】このような状態において、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生する。このとき、MOSTランジスタT1のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオードPDの接合容量などでキャパシタを構成するので、光電流による電荷が主としてMOSTランジスタT1、T2のゲートに蓄積される。よって、MOSTランジスタT1、T2のゲート電圧が前記光電流を積分した値に比例した値になり、前記光電流に対して線形的に比例した値のドレイン電流がMOSTランジスタT2を流れようとする。

【0047】次に、MOSTランジスタT3のゲートにパルス信号 $\phi$ Vを与えて、MOSTランジスタT3をONにすると、前記光電流に対して線形的に比例した値のドレイン電流が、MOSTランジスタT3を通して出力信号線6に導出される。このとき、MOSTランジスタT2及びMOSTランジスタQ1（図2）の導通時抵抗とそれらを流れる電流によって決まるMOSTランジスタQ1のドレイン電圧が、信号として出力信号線6に現れる。このようにして信号が読み出された後、MOSTランジスタT3がOFFになる。

【0048】このようにして入射光量に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。又、この後、トランジスタT3をOFFとした後、MOSTランジスタT4のゲートにハイレベルの信号 $\phi$ VRSを与えることで、MOSTランジスタT4をONとして、フォトダイオードPD、トランジスタT1のドレイン電圧及びトランジスタT1、T2のゲート電圧を初期化させる。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像をS/N比の良好な状態で連続的に撮像することができる。

### 【0049】3. 画素構成の第2例

図1に示した固体撮像素子の各画素に適用される第2例について、図面を参照して説明する。図4は、本実施形態に使用する固体撮像装置に設けられた画素の構成を示す回路図である。

【0050】図4に示すように、本実施形態では、画素の出力側を構成するMOSTランジスタT2、T3が、図3の画素と同様の構成をしている。このような図4の画素において、フォトダイオードPDのアノードに直流電圧VPSが印加され、MOSTランジスタT1のドレインに信号 $\phi$ VPDが与えられるとともにそのソースがMOSTランジスタT2のゲートに接続される。又、MOSTランジスタT1のソースにドレインが接続されるとともにフォトダイオードPDのカソードにソースが接続されたMOSTランジスタT5が設けられる。更に、MOSTランジスタT1のゲートには信号 $\phi$ VPGが与えられ、MOSTランジスタT5のゲートには信号 $\phi$ Sが与えられる。

（1）光電流を自然対数的に変換して出力する場合。このとき、信号 $\phi$ VPDにおいて、MOSTランジスタT1をサブスレッショルド領域で動作させるための電圧を第1電圧とし、MOSTランジスタT1の閾値のバラツキを検出するために、直流電圧VPSに略等しい値となる電圧を第2電圧とする。

### 【0051】（1-a）撮像動作

信号 $\phi$ VPDを第1電圧として、MOSTランジスタT1をサブスレッショルド領域で動作させるとともに、MOSTランジスタT5のゲートに与えられる信号 $\phi$ Sをハイレベルにし、MOSTランジスタT5をONの状態にする。このとき、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生し、MOSTランジスタのサブスレッショルド特性により、光電流を自然対数的に変換した値の電圧がMOSTランジスタT1のソース及びMOSTランジスタT2のゲートに発生する。尚、このとき、フォトダイオードPDで発生した負の光電荷がMOSTランジスタT1のソースに流れ込むため、強い光が入射されるほどMOSTランジスタT1のソース電圧が低くなる。

【0052】このようにして光電流に対して自然対数的に変化した電圧がMOSTランジスタT2のゲートに現れると、パルス信号 $\phi$ Vが与えられてMOSTランジスタT3をONとして、前記光電流を自然対数的に変換した値となる電流が、MOSTランジスタT2、T3を介して出力信号線6に導出される。このようにして入射光量の対数値に比例した信号（出力電流）を読み出すと、MOSTランジスタT3をOFFにする。

### 【0053】（1-b）感度のバラツキ検出

各画素の感度のバラツキを検出するときの、各信号のタイミングチャートを図5に示す。上記のように、パルス信号 $\phi$ VがMOSTランジスタT3のゲートに与えられて、出力信号が読み出されると、まず、信号 $\phi$ Sをローレベルにして、MOSTランジスタT5をOFFにする。そして、信号 $\phi$ VPDを第2電圧にして、MOSTランジスタT1のドレイン・ソース間に負の電荷を蓄積させる。

【0054】次に、信号 $\phi$ VPDを第1電圧に戻すと、この蓄積された負の電荷が信号 $\phi$ VPDの信号線に流れ出して、MOSTランジスタT1のソースに負の電荷が蓄積された状態になる。この負の電荷の蓄積量は、ゲート・ソース間の閾値電圧によって決まる。このように、MOSTランジスタT1のソースに負の電荷が蓄積されると、MOSTランジスタT3のゲートにパルス信号 $\phi$ Vを与えて出力信号を読み出す。

【0055】このとき、読み出された出力信号は、MOSTランジスタT1の閾値電圧に応じた値となるため、これにより、各画素の感度のバラツキを検出することができる。そして、最後に、撮像動作が行えるように、信号 $\phi$ SをハイレベルにしてMOSTランジスタT5をO



Nにする。このように検出した感度のバラツキ検出を行って得られる信号を補正データとしてラインメモリなどのメモリに記憶し、各画素毎に、実際の撮像時の出力信号をこの補正データを用いて補正することによって、出力信号から画素のバラツキによる成分を取り除くことができる。

【0056】(2) 光電流を線形的に変換して出力する場合。

このとき、信号φV<sub>PD</sub>の電圧は、MOSトランジスタT<sub>2</sub>の動作点となる電圧である第3電圧とする。又、このとき、信号φSは常にハイレベルで、信号φSがゲートに与えられるMOSトランジスタT<sub>5</sub>は、常にON状態である。

【0057】(2-a) 撮像動作

まず、信号φV<sub>PG</sub>をローレベルにして、リセット用のMOSトランジスタT<sub>1</sub>をOFFの状態にする。このように、リセット用のMOSトランジスタT<sub>1</sub>をOFFにすると、フォトダイオードPDに光電流が流れることによって、MOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲート電圧が変化する。即ち、フォトダイオードPDより負の光電荷がMOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲートに与えられ、MOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲート電圧が、光電流に対して線形的に変化した値になる。尚、このとき、フォトダイオードPDで発生した負の光電荷がMOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲートに流れ込むため、強い光が入射されるほどMOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲート電圧が低くなる。

【0058】このようにして光電流に対して線形的に変化した電圧がMOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲートに現れると、パルス信号φVが与えられてMOSトランジスタT<sub>3</sub>をONにする。このとき、前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる電流が、MOSトランジスタT<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>を介して出力信号線6に導出される。このようにして入射光量の積分値に比例した信号(出力電流)を読み出すと、MOSトランジスタT<sub>3</sub>をOFFにする。

【0059】(2-b) リセット動作

各画素のリセットを行うときの、各信号のタイミングチャートを図6に示す。上記のように、パルス信号φVがMOSトランジスタT<sub>3</sub>のゲートに与えられて、出力信号が読み出されると、まず、信号φV<sub>PG</sub>をハイレベルにして、MOSトランジスタT<sub>1</sub>をONにする。このようにMOSトランジスタT<sub>1</sub>がONになると、MOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲートに第3電圧が与えられ、MOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲート電圧がリセットされる。そして、信号φV<sub>PG</sub>を再びローレベルにして、MOSトランジスタT<sub>1</sub>をOFFにする。

【0060】次に、MOSトランジスタT<sub>3</sub>のゲートにパルス信号φVを与えて出力信号を読み出す。このとき、出力信号は、MOSトランジスタT<sub>2</sub>のゲート電圧に応じた値となり、初期化されたときの出力信号として読み出される。そして、出力信号が読み出されると、再

び上記した撮像動作が行われる。このように初期化されたときの信号を補正データとしてラインメモリなどのメモリに記憶し、各画素毎に、実際の撮像時の出力信号をこの補正データを用いて補正することによって、出力信号から画素のバラツキによる成分を取り除くことができる。

【0061】このように、第1例及び第2例において、簡単な電位操作により、入射光量とは独立して、同一の画素で複数の出力特性を切り換えることが可能になる。即ち、各画素へ送る信号に基づいて、感光素子(フォトダイオードPD)の入射光量が同じであっても、任意に対数変換して出力する状態と、線形的に変換して出力する状態とを切り換えることができる。

【0062】尚、この固体撮像素子内に設けられた画素の構成について、図3又は図4の構成の画素に限定されるものでなく、例えば、MOSトランジスタT<sub>2</sub>の後段に積分回路や増幅回路を有するような構成や、極性が逆になるPチャネルのMOSトランジスタを用いた回路構成のものなどでも構わない。

【0063】このように構成される固体撮像素子は、以下で説明する各実施形態において、共通のものとなる。よって、以下に、このような構成の固体撮像素子を有する固体撮像装置の実施形態について説明する。

【0064】＜第1の実施形態＞本発明の第1の実施形態について、図面を参照して説明する。図7は、本実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図である。

【0065】図7に示す固体撮像装置は、上述したように、入射光に対して自然対数的又は線形的に変換された電気信号を出力する固体撮像素子10を有し、この固体撮像素子より出力される電気信号の信号処理を行う。この固体撮像装置は、固体撮像素子10より線形的に変換された電気信号のホワイトバランス調整を行うホワイトバランス回路11aと、固体撮像素子10より自然対数的に変換された電気信号のホワイトバランス調整を行うホワイトバランス回路11bと、ホワイトバランス回路11bから出力される電気信号のダイナミックレンジの調整を行うダイナミック処理回路12と、ホワイトバランス回路11aからの電気信号のγ補正を行うγ補正回路13aと、ダイナミック処理回路12からの電気信号のγ補正を行うγ補正回路13bと、γ補正回路13bからの電気信号を入射光に対して線形的に変換された電気信号に変換する対数/線形変換回路14とを有する。

【0066】更に、この固体撮像装置は、γ補正回路13a又は対数/線形変換回路14からの電気信号より輝度信号と色差信号を生成するマトリクス変換回路15と、マトリクス変換回路15より出力される輝度信号及び色差信号に基づいてエッジ強調を行うエッジ強調回路16と、エッジ強調された各信号の色調整を行う色調整回路17と、色調整回路17より出力される輝度信号と

色差信号をRGBの3信号に変換する逆マトリクス変換回路18と、固体撮像素子10及びホワイトバランス回路11a、11bの動作を制御する制御部19とを有する。

【0067】このように構成される固体撮像装置において、固体撮像素子10内の各画素G11~Gmnの光電変換部分には、赤色、緑色、青色の3原色のいずれかのカラーフィルタが設けられる。このように赤色、緑色、青色のカラーフィルタが設けられた画素より、それぞれ、R信号、G信号、B信号が出力される。このようなRGB信号が出力されると、ホワイトバランス回路11a、11bにおいて、固体撮像素子10より出力されるRGB信号の信号レベルに応じてホワイトバランス調整が行われる。

【0068】今、制御部19によって固体撮像素子10が線形変換動作を行うように制御されているとき、制御部19は、ホワイトバランス回路11aをONするとともにホワイトバランス回路11bをOFFとする。このとき、ホワイトバランス回路11aでは、固体撮像素子10より出力されるRGB信号それぞれについて予め設定した値を、それぞれの信号レベルに乗算する。そして、このように所定値が乗算されたRGB信号それぞれの信号レベルを、1フィールド毎に積分する。

【0069】ここでG信号を基準としたとき、R信号の積分値とG信号の積分値とを等しくするためにR信号の積分値に乗ずるR信号用の値が求められるとともに、B信号の積分値とG信号の積分値とを等しくするためにB信号の積分値に乗ずるB信号用の値が求められる。このようにして求められたR信号用の値を上記のように所定値が乗算されたR信号の信号レベルに乗算するとともに、B信号用の値を上記のように所定値が乗算されたB信号の信号レベルに乗算する。このようにして求められたR信号及びB信号と、上記のように所定値が乗算されたG信号とがホワイトバランス回路11aより出力される。よって、固体撮像素子10において線形変換されて得たRGB信号が、ホワイトバランス回路11aにおいてホワイトバランス調整されて、 $\gamma$ 補正回路13aに出力される。

【0070】即ち、RGB信号それぞれの信号レベルをそれぞれ、 $D_r$ 、 $D_g$ 、 $D_b$ とし、RGB信号それぞれに乗ずる所定値をそれぞれ、 $x_r$ 、 $x_g$ 、 $x_b$ としたとき、まず、RGB信号の信号レベルがそれぞれ、 $x_r \times D_r$ 、 $x_g \times D_g$ 、 $x_b \times D_b$ となる。このようにして信号レベルが変換されたRGB信号の1フィールド分の積分値を、 $D_{r1}$ 、 $D_{g1}$ 、 $D_{b1}$ としたとき、R信号とG信号の積分値の比 $D_{g1}/D_{r1}$ と、B信号とG信号の積分値の比 $D_{g1}/D_{b1}$ とが求められ、それぞれ、R信号用の値及びB信号用の値とされる。よって、信号レベル $D_r$ のR信号、信号レベル $D_g$ のG信号、信号レベル $D_b$ のB信号が入力されたとき、信号レベル $D_{g1}/D_{r1} \times x_r \times D_r$ のR信号と、信号レベル $x_g \times D_g$ のG信号

と、信号レベル $D_{g1}/D_{b1} \times x_b \times D_b$ のB信号が出力される。

【0071】ホワイトバランス回路11aでホワイトバランス調整されたRGB信号が $\gamma$ 補正回路13aに与えられると、この $\gamma$ 補正回路13aで $\gamma$ 補正が施される。即ち、 $\gamma$ 補正回路13aに入力される信号の信号レベルDとしたとき、 $\gamma$ 補正回路13aより出力される信号の信号レベルは、信号レベルDを $\gamma$ 乗した $D^\gamma$ に変換される。尚、この $\gamma$ 補正回路13aは不図示のLUT (Look Up Table) を有し、このLUTに入力される信号の信号レベルに応じた $\gamma$ 補正後の信号レベルが記憶されている。よって、信号レベルDの信号が $\gamma$ 補正回路13aに入力されたとき、LUTより信号レベルDに応じた信号レベル $D^\gamma$ を読み出し、この信号レベル $D^\gamma$ となる信号を出力することによって、入力された信号に $\gamma$ 補正を施す。このように $\gamma$ 補正が施されたRGB信号は、マトリクス変換回路15に送出される。

【0072】又、制御部19によって固体撮像素子10が対数変換動作を行うように制御されているとき、制御部19は、ホワイトバランス回路11aをOFFするとともにホワイトバランス回路11bをONとする。このとき、ホワイトバランス回路11bでは、固体撮像素子10より出力されるRGB信号それぞれについて予め設定したオフセットレベルを、それぞれの信号レベルに加算する。そして、このように所定のオフセットレベルが加算されたRGB信号それぞれの信号レベルを、1フィールド毎に積分する。

【0073】ここでG信号を基準としたとき、R信号の積分値とG信号の積分値とを等しくするためにR信号の積分値に加算するR信号用のオフセットレベルが求められるとともに、B信号の積分値とG信号の積分値とを等しくするためにB信号の積分値に加算するB信号用のオフセットレベルが求められる。このようにして求められたR信号用のオフセットレベルを上記のように所定のオフセットレベルが加算されたR信号の信号レベルに加算するとともに、B信号用のオフセットレベルを上記のように所定のオフセットレベルが加算されたB信号の信号レベルに加算する。

【0074】このようにして求められたR信号及びB信号と、上記のように所定のオフセットレベルが加算されたG信号とがホワイトバランス回路11bより出力される。よって、固体撮像素子10において対数変換されて得たRGB信号が、ホワイトバランス回路11bにおいてホワイトバランス調整されて、ダイナミック処理回路12に出力される。

【0075】即ち、RGB信号それぞれの信号レベルをそれぞれ、 $D_{ra}$ 、 $D_{ga}$ 、 $D_{ba}$ とし、RGB信号それぞれに加算する所定のオフセットレベルをそれぞれ、 $y_r$ 、 $y_g$ 、 $y_b$ としたとき、まず、RGB信号の信号レベルがそれぞれ、 $D_{ra} + y_r$ 、 $D_{ga} + y_g$ 、 $D_{ba} + y_b$ となる。このようにし

て信号レベルが変換されたRGB信号の1フィールド分の積分値を、 $Dra1$ 、 $Dga1$ 、 $Dba1$ としたとき、R信号とG信号の積分値の差 $Dga1 - Dra1$ と、B信号とG信号の積分値の差 $Dga1 - Dba1$ とが求められ、それぞれ、R信号用の値及びB信号用の値とされる。よって、信号レベル $Dra$ のR信号、信号レベル $Dga$ のG信号、信号レベル $Dba$ のB信号が入力されたとき、信号レベル $(Dga1 - Dra1) + Dra + yr$ のR信号と、信号レベル $Dga + yg$ のG信号と、信号レベル $(Dga1 - Dba1) + Dba + yb$ のB信号が出力される。

【0076】このようにホワイトバランス回路11bでは、入力される信号が入射光に対して自然対数的に変換された信号であるため、ホワイトバランス回路11aにおいて各信号に乗算する値が、各信号に加算するオフセットレベルとして現れる。これは、入射光に対して線形変換された各信号の比 $A/B$ が、入射光に対して対数変換された各信号の差 $\ln(A) - \ln(B)$ に相当するためである。

【0077】ホワイトバランス回路11bよりダイナミック処理回路12にRGB信号が送出されると、ダイナミック処理回路12において、入力されるRGB信号のダイナミックレンジのレンジ幅を、 $\gamma$ 補正回路13b以降で処理されるダイナミックレンジのレンジ幅にあわせる。即ち、例えば、1フィールド分のRGB信号がダイナミック処理回路12に入力されるとき、この入力された1フィールド分のRGB信号のうち、最大となる信号レベルと最小となる信号レベルを検知する事によって、入力されたRGB信号のダイナミックレンジを検出する。

【0078】そして、 $\gamma$ 補正回路13bで8ビットのデジタル信号として扱われるとき、検知された最小となる信号レベルの信号が信号レベル0となる信号に、検知された最大となる信号レベルの信号が信号レベル255となる信号になるように、入力されるRGB信号の信号レベルを変換して出力する。このようにすることで、入力されたRGB信号を、そのダイナミックレンジが8ビットの信号レベル0～255となる信号として $\gamma$ 補正回路13bに送出することができる。

【0079】今、固体撮像素子10が対数変換動作を行ったとき、そのダイナミックレンジが5～6桁と広いのに対して、被写体の輝度分布が高輝度状態で撮像されても3～4桁であるため、輝度の高い部分や低い部分においてデータの無い部分が生じ、撮像される被写体の輝度分布において最低輝度となる部分が薄い灰色として、又、最高輝度となる部分が濃い灰色として再生される。よって、このようにダイナミック処理のされていない信号を用いて映像を再生したとき、コントラストのはっきりしない映像が再生される。

【0080】それに対して、上述したように、ダイナミック処理回路12で、データの無い部分を削除して、新たに、出力側のダイナミックレンジにあわせた信号に変

換するため、コントラストのはっきりした映像を再生することができる。尚、このダイナミック処理回路12は、被写体の輝度分布の状態に応じて被写体の輝度範囲を設定し、この輝度範囲に応じたダイナミックレンジにあわせた信号に変換するようにしても構わない。

【0081】このようにダイナミック処理が行われたRGB信号は、 $\gamma$ 補正回路13bで $\gamma$ 補正が施される。即ち、 $\gamma$ 補正回路13bに入力される信号の信号レベル $Da$ としたとき、 $\gamma$ 補正回路13bより出力される信号の信号レベルは、信号レベル $Da$ に $\gamma$ を乗算した $\gamma \times Da$ に変換される。このように、 $\gamma$ 補正回路13bでは、入力されるRGB信号に $\gamma$ を乗算するのみであるので、 $\gamma$ 補正回路13aのように、入力信号の信号レベルに対する出力信号の信号レベルを求めるためのLUTを要さず、 $\gamma$ を乗算するための乗算回路で構成される。

【0082】このように $\gamma$ 補正回路13bでは、入力される信号が入射光に対して自然対数的に変換された信号であるため、 $\gamma$ 補正回路13aにおいて各信号を $\gamma$ 乗するための値 $\gamma$ が、各信号に乗算する値 $\gamma$ として現れる。これは、入射光に対して線形変換された信号の信号レベル $D$ と入射光に対して対数変換された信号の信号レベル $Da$ との関係が、 $Da = \ln(D)$ であるので、線形変換された信号が $\gamma$ 補正されて信号レベルが $D^\gamma$ となるのに対して、対数変換された信号が $\gamma$ 補正されて信号レベルが $\ln(D^\gamma) = \gamma \times Da$ となるためである。

【0083】このように $\gamma$ 補正回路13bで $\gamma$ 補正されたRGB信号は、対数／線形変換回路14に送出され、固体撮像素子10への入射光量に対して線形的に比例した信号レベルのRGB信号に変換される。即ち、今、信号レベル $Dx$ の信号が対数／線形変換回路14に入力されたとき、その信号レベル $Dy = \alpha \times \exp(Dx)$  ( $\alpha$ は定数)となる信号が出力される。このようにして、その信号レベルが入射光量に対して線形的に比例するRGB信号が対数／線形変換回路14からマトリクス変換回路15に送出される。

【0084】以上のようにして、固体撮像素子10が線形変換動作したときのRGB信号がホワイトバランス回路11a及び $\gamma$ 補正回路13aを経て、又、固体撮像素子10が対数変換動作したときのRGB信号がホワイトバランス回路11b、ダイナミック処理回路12、 $\gamma$ 補正回路13b及び線形／対数変換回路14を経て、ホワイトバランス調整及び $\gamma$ 補正が施されるとともに、入射光量に対して線形的に比例した信号としてマトリクス変換回路15に送出される。よって、マトリクス変換回路15以降の回路は、入射光量に対して線形的に変換された信号を扱う回路となる。

【0085】マトリクス変換回路15では、 $\gamma$ 補正回路13a又は対数／線形変換回路14より送出されるRGB信号より、輝度信号と色差信号を生成して、次のエッジ強調回路16に送出する。エッジ強調回路16では、

まず、各信号の信号レベルより、再生画像のエッジ部分を検出する。そして、このエッジ部分を表す輝度信号及び色差信号の二次微分した値となるラプラシアンを加えるなどしてエッジ強調処理を施して、色調整回路17に送出する。

【0086】色調整回路17では、エッジ強調処理された信号や補間処理などされた信号において、色偽の発生などを抑制するための処理などを施すなどして、再生画像のコントラストがはっきりしたものとなるように、色差信号の信号レベルを調整する。更に、このように調整された色差信号と輝度信号が逆マトリクス変換回路18に与えられて、RGB信号に変換されるとともに出力される。

【0087】このようにホワイトバランス回路及び $\gamma$ 補正回路をそれぞれ、対数変換されて得た電気信号を処理するためのものと線形変換されて得た電気信号を処理するためのものとに区別することによって、特に対数変換されて得た電気信号の解像度を損なうことなく処理することができる。又、マトリクス変換回路以降の回路を共通の回路とすることができるので、回路規模を小さくすることができる。

【0088】＜第2の実施形態＞本発明の第2の実施形態について、図面を参照して説明する。図8は、本実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図である。尚、本実施形態の固体撮像装置において、図7に示す固体撮像装置と同一の目的で使用する部分は、同一の符号を付してその説明は省略する。

【0089】図8の固体撮像装置は、第1の実施形態（図7）の固体撮像装置のダイナミック処理回路12と対数／線形変換回路14との間に設けられていた $\gamma$ 補正回路13bが削除されるとともに、 $\gamma$ 補正回路13aにホワイトバランス回路11aからの出力又は対数／線形変換回路14からの出力が入力される。その他の構成については、第1の実施形態の固体撮像装置と同様である。

【0090】このように構成されるとき、制御部19によって固体撮像素子10が線形変換動作を行うように制御されると、第1の実施形態と同様、制御部19は、ホワイトバランス回路11aをONとするとともにホワイトバランス回路11bをOFFとする。よって、固体撮像素子10が線形変換動作して得られたRGB信号が、ホワイトバランス回路11aでホワイトバランス調整された後、 $\gamma$ 補正回路13aに送出される。

【0091】又、制御部19によって固体撮像素子10が対数変換動作を行うように制御されると、第1の実施形態と同様、制御部19は、ホワイトバランス回路11aをOFFとするとともにホワイトバランス回路11bをONとする。よって、固体撮像素子10が対数変換動作して得られたRGB信号が、ホワイトバランス回路11bでホワイトバランス調整された後、ダイナミック処

理回路12で出力側のダイナミックレンジに応じた信号レベルに変換される。そして、このダイナミック処理回路12より出力されるRGB信号が、対数／線形変換回路14において、入射光量に対して線形的に比例した信号レベルとなる信号に変換された後、 $\gamma$ 補正回路13aに送出される。

【0092】以上のようにして、固体撮像素子10が線形変換動作したときのRGB信号がホワイトバランス回路11aを経て、又、固体撮像素子10が対数変換動作したときのRGB信号がホワイトバランス回路11b、ダイナミック処理回路12及び線形／対数変換回路14を経て、ホワイトバランス調整が施されるとともに、入射光量に対して線形的に比例した信号として $\gamma$ 補正回路13aに送出される。よって、 $\gamma$ 補正回路13a以降の回路は、入射光量に対して線形的に変換された信号を扱う回路となる。

【0093】 $\gamma$ 補正回路13aは、第1の実施形態と同様、不図示のLUTより、入力される信号の信号レベルに応じた $\gamma$ 補正後の信号レベルを読み出し、この読み出した信号レベルの信号を新たな信号としてマトリクス変換回路15に出力する。マトリクス変換回路15以降の回路の動作については、第1の実施形態と同様であるので、第1の実施形態を参照するものとして、その詳細な説明を省略する。

【0094】このようにホワイトバランス回路を、対数変換されて得た電気信号を処理するためのものと線形変換されて得た電気信号を処理するためのものとに区別することによって、特に対数変換されて得た電気信号の解像度を損なうことなく処理することができる。又、 $\gamma$ 補正回路以降の回路を共通の回路とすることができるので、第1の実施形態の固体撮像装置に比べて、回路規模を小さくすることができる。

【0095】＜第3の実施形態＞本発明の第3の実施形態について、図面を参照して説明する。図9は、本実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図である。尚、本実施形態の固体撮像装置において、図8に示す固体撮像装置と同一の目的で使用する部分は、同一の符号を付してその説明は省略する。

【0096】図9の固体撮像装置は、第2の実施形態（図8）の固体撮像装置のホワイトバランス回路11bを削除するとともに、固体撮像素子10からの出力が、スイッチSWを経て、又はダイナミック処理回路12及び対数／線形変換回路14を経て、ホワイトバランス回路11aに入力される。又、制御部19aがダイナミック処理回路12及びスイッチSWのON／OFF制御を行う。その他の構成については、第2の実施形態の固体撮像装置と同様である。

【0097】このように構成されるとき、制御部19aによって固体撮像素子10が線形変換動作を行うように制御されると、第2の実施形態と同様、制御部19a

は、スイッチSWをONとするとともにダイナミック処理回路12をOFFとする。よって、固体撮像素子10が線形変換動作して得られたRGB信号が、スイッチSWを介してホワイトバランス回路11aに送出される。

【0098】又、制御部19aによって固体撮像素子10が対数変換動作を行うように制御されると、第2の実施形態と同様、制御部19aは、スイッチSWをOFFとするとともにダイナミック処理回路12をONとする。よって、固体撮像素子10が対数変換動作して得られたRGB信号が、ダイナミック処理回路12で出力側のダイナミックレンジに応じた信号レベルに変換される。そして、このダイナミック処理回路12より出力されるRGB信号が、対数／線形変換回路14において、入射光量に対して線形的に比例した信号レベルとなる信号に変換された後、ホワイトバランス回路11aに送出される。

【0099】以上のようにして、固体撮像素子10が線形変換動作したときのRGB信号がスイッチSWを経て、又、固体撮像素子10が対数変換動作したときのRGB信号がダイナミック処理回路12及び線形／対数変換回路14を経て、入射光量に対して線形的に比例した信号としてホワイトバランス回路11aに送出される。よって、ホワイトバランス回路11a以降の回路は、入射光量に対して線形的に変換された信号を扱う回路となる。

【0100】ホワイトバランス回路11aは、第1の実施形態(図7)と同様、入力されるRGB信号の各信号の信号レベルに任意の値を乗算することによって、入力されるRGB信号にホワイトバランス調整が施した後、 $\gamma$ 補正回路13aに出力する。 $\gamma$ 補正回路13a以降の回路の動作については、第2の実施形態と同様であるので、第2の実施形態を参照するものとして、その詳細な説明を省略する。

【0101】このように、ホワイトバランス回路以降の回路を共通の回路とすることができるので、第2の実施形態の固体撮像装置に比べて、回路規模を小さくすることができるとともに、ホワイトバランス回路以降の回路で構成される信号処理回路に、線形的に変換された電気信号を扱う既存の信号処理回路を適用することができる。

【0102】＜第4の実施形態＞本発明の第4の実施形態について、図面を参照して説明する。図10は、本実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図である。尚、本実施形態の固体撮像装置において、図7に示す固体撮像装置と同一の目的で使用する部分は、同一の符号を付してその説明は省略する。

【0103】図10の固体撮像装置は、第1の実施形態(図7)の固体撮像装置のホワイトバランス回路11a及び $\gamma$ 補正回路13aが削除される代わりに線形／対数変換回路20が設けられるとともに、固体撮像素子10

からの出力が、ダイナミック処理回路12又は線形／対数変換回路20を介してホワイトバランス回路11bに送出される。又、制御部19bがダイナミック処理回路12及び線形／対数変換回路20のON/OFF制御を行う。その他の構成については、第1の実施形態の固体撮像装置と同様である。

【0104】このように構成されるとき、制御部19bによって固体撮像素子10が線形変換動作を行うように制御されると、第3の実施形態(図9)と同様、制御部19bは、線形／対数変換回路20をONとするとともにダイナミック処理回路12をOFFとする。よって、固体撮像素子10が線形変換動作して得られたRGB信号が、線形／対数変換回路20で入射光量に対して自然対数的に比例した信号レベルの信号に変換された後、ホワイトバランス回路11bに送出される。

【0105】又、制御部19bによって固体撮像素子10が対数変換動作を行うように制御されると、第3の実施形態と同様、制御部19bは、線形／対数変換回路20をOFFとするとともにダイナミック処理回路12をONとする。よって、固体撮像素子10が対数変換動作して得られたRGB信号が、ダイナミック処理回路12で出力側のダイナミックレンジに応じた信号レベルに変換された後、ホワイトバランス回路11bに送出される。

【0106】以上のようにして、固体撮像素子10が線形変換動作したときのRGB信号が線形／対数変換回路20を経て、又、固体撮像素子10が対数変換動作したときのRGB信号がダイナミック処理回路12を経て、入射光量に対して自然対数的に比例した信号としてホワイトバランス回路11bに送出される。ホワイトバランス回路11bでは、第1の実施形態と同様に、入力されるRGB信号の各信号の信号レベルに任意のオフセットレベルを加算することによって、入力されるRGB信号にホワイトバランス調整が施される。

【0107】このようにホワイトバランス調整が施されたRGB信号が $\gamma$ 補正回路13bに与えられると、 $\gamma$ 補正回路13bにおいて、第1の実施形態と同様、入力される各信号に所定値を乗算することで $\gamma$ 補正が施される。そして、ホワイトバランス調整及び $\gamma$ 補正が施されたRGB信号が、対数／線形変換回路14で信号レベルが入射光量に対して線形的に比例した信号に変換されてマトリクス変換回路15に送出される。マトリクス変換回路15以降の回路の動作については、第1の実施形態と同様であるので、第1の実施形態を参照するものとして、その詳細な説明を省略する。

【0108】このように、ホワイトバランス回路以降の回路を共通の回路とすることができるので、第1及び第2の実施形態の固体撮像装置に比べて、回路規模を小さくすることができる。又、ホワイトバランス回路を対数変換された信号用のホワイトバランス回路としたため、

線形変換された信号用のホワイトバランス回路のように乗除算回路でなく、加減算回路で良いので、第3の実施形態と比べて、ホワイトバランス回路の回路構成を簡略化することができる。更に、 $\gamma$ 補正回路を対数変換された信号用の $\gamma$ 補正回路としたため、線形変換された信号用の $\gamma$ 補正回路のようにLUTを必要としないので、第3の実施形態と比べて、 $\gamma$ 補正回路の回路構成を簡略化することができる。

【0109】上述した第1～第4の実施形態については、マトリクス変換回路、エッジ強調回路、色調整回路、及び逆マトリクス変換回路をそれぞれ、線形変換された電気信号を処理するための回路としたが、対数変換された電気信号を処理するための回路とすることも可能である。このマトリクス変換回路、エッジ強調回路、色調整回路、及び逆マトリクス変換回路をそれぞれ対数変換された電気信号を処理するための回路とした第1～第4の実施形態の固体撮像装置(図7～図10)に対応する第5～第8の実施形態の固体撮像装置の内部構成を、図11～図14に示す。

【0110】図11に示す第5の実施形態の固体撮像装置は、第1の実施形態の固体撮像装置(図7)と比較したとき、 $\gamma$ 補正回路13b後段の対数/線形変換回路14が省かれる代わりに、 $\gamma$ 補正回路13a後段に線形/対数変換回路20が設けられる。更に、マトリクス変換回路15、エッジ強調回路16、色調整回路17、及び逆マトリクス変換回路18の代わりに、それぞれ対数変換された電気信号を扱うマトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aが設けられる。

【0111】このような構成の固体撮像装置は、 $\gamma$ 補正回路13bからの出力が変換されずにそのまま、又、 $\gamma$ 補正回路13aからの出力が線形/対数変換回路20が入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換されてから、マトリクス変換回路15aに送出されるとともに、マトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aがそれぞれ対数変換された電気信号を扱うこと以外は、第1の実施形態と同様の動作を行う。

【0112】図12に示す第6の実施形態の固体撮像装置は、第2の実施形態の固体撮像装置(図8)と比較したとき、ダイナミック処理回路12後段の対数/線形変換回路14が省かれる代わりに、ホワイトバランス回路11a後段に線形/対数変換回路20が設けられる。更に、 $\gamma$ 補正回路13a、マトリクス変換回路15、エッジ強調回路16、色調整回路17、及び逆マトリクス変換回路18の代わりに、それぞれ対数変換された電気信号を扱う $\gamma$ 補正回路13b、マトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aが設けられる。

【0113】このような構成の固体撮像装置は、ダイナ

ミック処理回路12からの出力が変換されずにそのまま、又、ホワイトバランス回路11aからの出力が線形/対数変換回路20が入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換されてから、 $\gamma$ 補正回路13bに送出されるとともに、 $\gamma$ 補正回路13b、マトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aがそれぞれ対数変換された電気信号を扱うこと以外は、第2の実施形態と同様の動作を行う。

10 【0114】図13に示す第7の実施形態の固体撮像装置は、第3の実施形態の固体撮像装置(図9)と比較したとき、ダイナミック処理回路12後段の対数/線形変換回路14が省かれる代わりに、スイッチSW後段に線形/対数変換回路20が設けられる。更に、ホワイトバランス回路11a、 $\gamma$ 補正回路13a、マトリクス変換回路15、エッジ強調回路16、色調整回路17、及び逆マトリクス変換回路18の代わりに、それぞれ対数変換された電気信号を扱うホワイトバランス回路11b、 $\gamma$ 補正回路13b、マトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aが設けられる。

20 【0115】このような構成の固体撮像装置は、ダイナミック処理回路12からの出力が変換されずにそのまま、又、スイッチSWからの出力が線形/対数変換回路20が入射光量に対して自然対数的に比例した信号に変換されてから、ホワイトバランス回路11bに送出されるとともに、ホワイトバランス回路11b、 $\gamma$ 補正回路13b、マトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aがそれぞれ対数変換された電気信号を扱うこと以外は、第3の実施形態と同様の動作を行う。

30 【0116】図14に示す第8の実施形態の固体撮像装置は、第4の実施形態の固体撮像装置(図10)と比較したとき、 $\gamma$ 補正回路13b後段の対数/線形変換回路14が省かれた構成となる。更に、マトリクス変換回路15、エッジ強調回路16、色調整回路17、及び逆マトリクス変換回路18の代わりに、それぞれ対数変換された電気信号を扱うマトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aが設けられる。

40 【0117】このような構成の固体撮像装置は、 $\gamma$ 補正回路13bからの出力が変換されずにそのまま、マトリクス変換回路15aに送出されるとともに、マトリクス変換回路15a、エッジ強調回路16a、色調整回路17a、及び逆マトリクス変換回路18aがそれぞれ対数変換された電気信号を扱うこと以外は、第4の実施形態と同様の動作を行う。

50 【0118】尚、第1～第8の実施形態において、固体撮像装置内に設けられた固体撮像素子が、線形変換動作と対数変換動作の切替可能な画素を有する固体撮像素子

としたが、線形変換動作を行う画素と対数変換動作を行う画素の2種類の画素を有する固体撮像素子としても構わない。

【0119】

【発明の効果】本発明の固体撮像装置によると、入射光量に対して線形的に変換された第1信号を信号処理する回路と、入射光量に対して自然対数的に変換された第2信号を信号処理する回路とが設けられるため、状況に応じて第1信号と第2信号とを出力する固体撮像素子からの信号の信号処理をそれぞれについて行うことができる。

【0120】又、第1信号と第2信号とを別々に信号処理した後、このように信号処理された第2信号が入射光量に対して線形的に比例した信号レベルの信号に変換されるため、後段の信号処理回路については共通の回路とすることができる。よって、固体撮像装置の回路規模を縮小することができる。

【0121】又、第1信号と第2信号とを別々に信号処理した後、このように信号処理された第1信号が入射光量に対して自然対数的に比例した信号レベルの信号に変換されるため、後段の信号処理回路については共通の回路とすることができる。よって、固体撮像装置の回路規模を縮小することができる。更に、このとき、共通の回路で $\gamma$ 補正を行うようにしたとき、入力される信号に所定値 $\gamma$ を乗算することで $\gamma$ 補正を施すことができるので、入射光量に対して線形的に比例した信号レベルの信号を $\gamma$ 補正する場合のように対照表となるLUT (Look Up Table) が必要なく、 $\gamma$ 補正用の回路規模を縮小することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像装置に設けられる固体撮像素子の内部構成の一例を示すブロック回路図。

【図2】図1の一部を示す図。

【図3】図1の固体撮像素子内の画素の構成の一例を示す回路図。

【図4】図1の固体撮像素子内の画素の構成の一例を示す回路図。

【図5】図4の画素の各素子に与える信号の動作を示すタイムチャート。

【図6】図4の画素の各素子に与える信号の動作を示すタイムチャート。

\*【図7】第1の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図8】第2の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図9】第3の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図10】第4の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図11】第5の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図12】第6の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図13】第7の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【図14】第8の実施形態の固体撮像装置の内部構成を示すブロック図。

【符号の説明】

G11~Gmn 画素

2 垂直走査回路

3 水平走査回路

4-1~4-n ライン

5 電源ライン

6-1~6-m 出力信号線

7 直流電圧線

8 ライン

9 信号線

10 固体撮像素子

11a, 11b ホワイトバランス回路

12 ダイナミック処理回路

30 13a, 13b  $\gamma$ 補正回路

14 対数/線形変換回路

15, 15a マトリクス変換回路

16, 16a エッジ強調回路

17, 17a 色調整回路

18, 18a 逆マトリクス変換回路

19, 19a, 19b 制御部

20 線形/対数変換回路

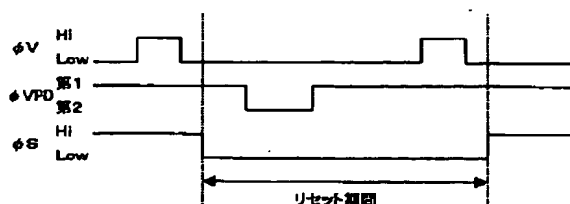
SW スイッチ

PD フォトダイオード

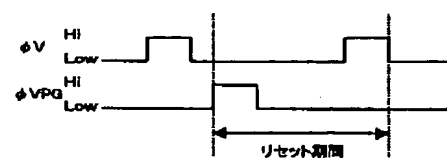
40 T1~T5, Q1, Q2 MOSトランジスタ

\*

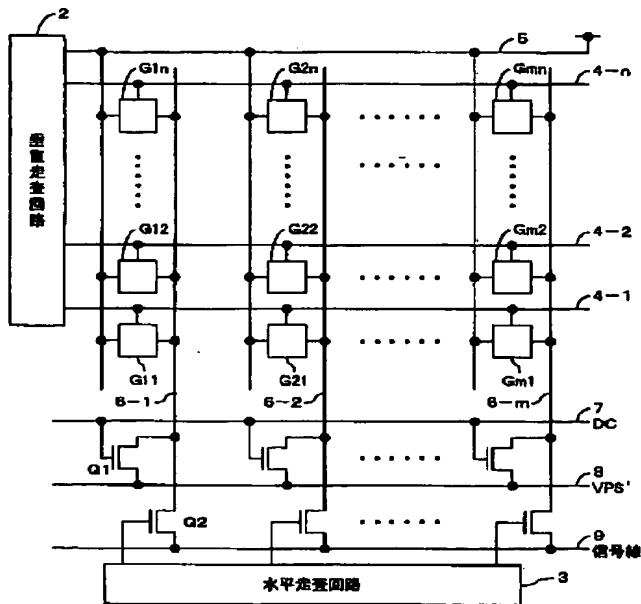
【図5】



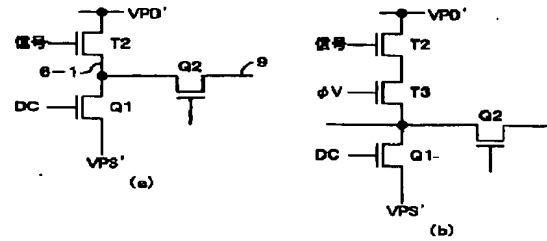
【図6】



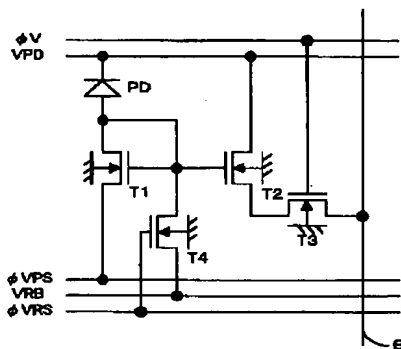
【図1】



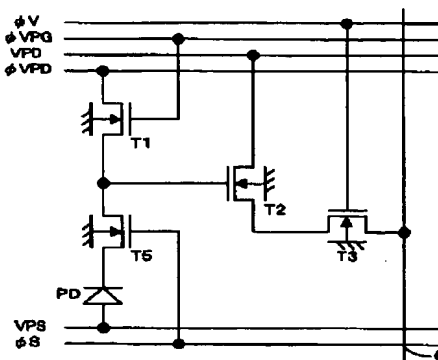
【図2】



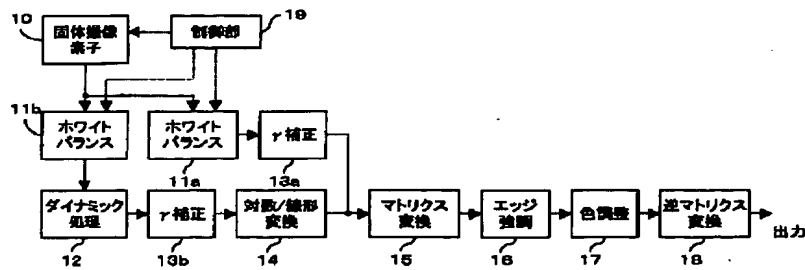
【図3】



【図4】

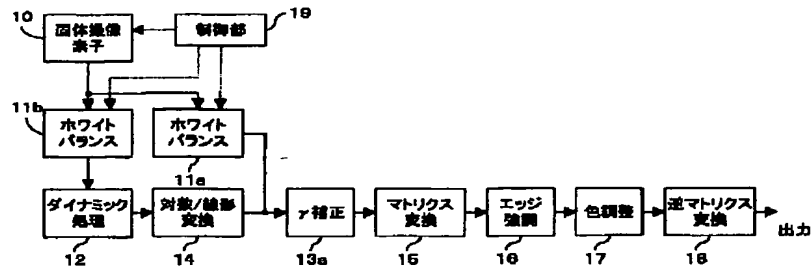


【図7】

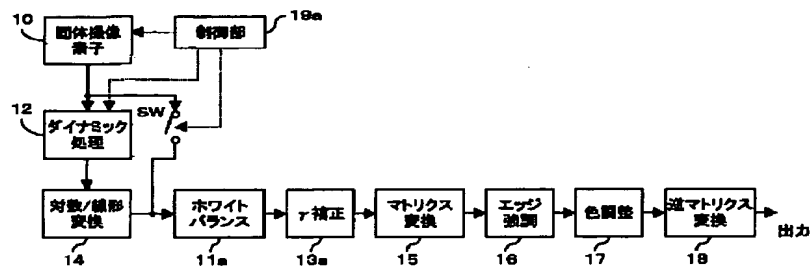




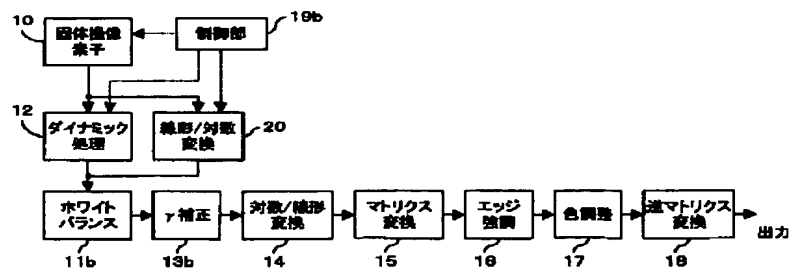
【図8】



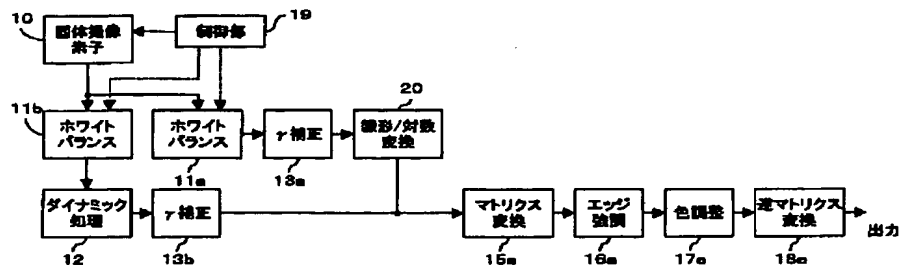
【図9】



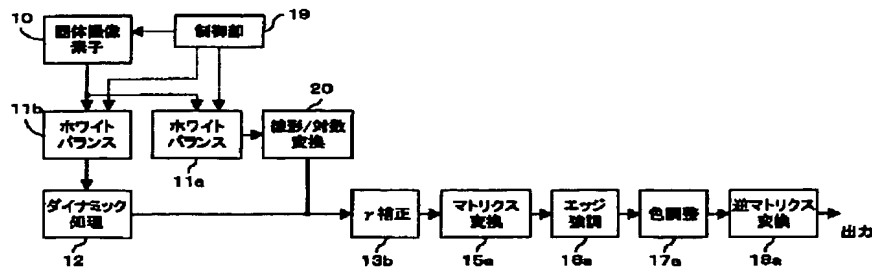
【図10】



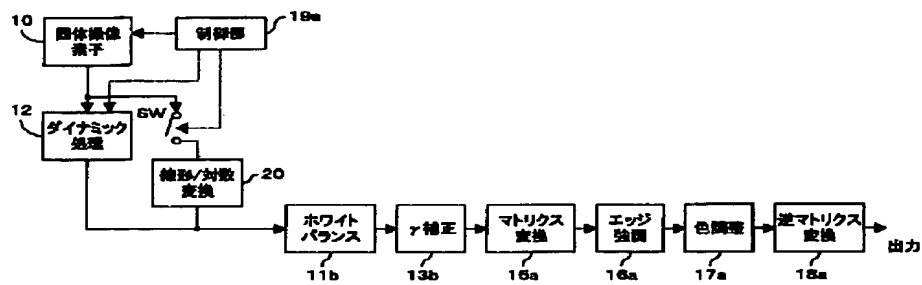
【図11】



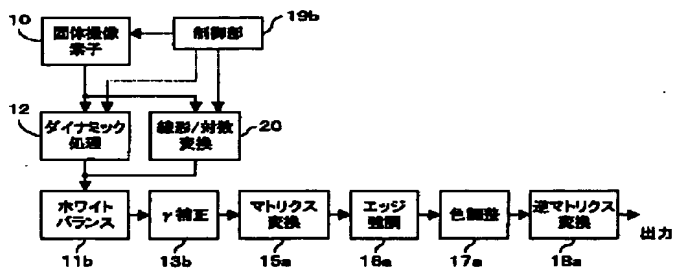
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>H04N 9/04  
9/07

識別記号

F I

H04N 9/07

テーマコード(参考)

A

C

R

9/64

9/64

9/69

9/73

A

9/69

H01L 27/14

A

9/73

D

F ターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA14 CA03 FA06  
FA32 GC08  
5C021 XA00 XA14 XA34  
5C024 AX01 CX03 CX43 CX44 DX01  
EX51 GX03 GY31 HX17 HX31  
5C065 AA01 BB02 BB12 CC01 CC10  
DD15 EE03 GG15 GG32  
5C066 AA01 CA01 CA07 CA25 EA11  
EA14 EC05 GA01 KE04 KF05  
KM02 KM05